

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## Fakulta strojní

Studijní program B2341 – Strojírenství

Materiály a technologie  
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie  
Oddělení tváření kovů a plastů

**Tvářecí stroje používané pro technologie tváření kovů – lisy.**  
**Forming machines used for metal forming technology – presses.**

Luděk Vlček

**TKP – TP – B74**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran 46

Počet tabulek 1

Počet příloh 1

Počet obrázků 14

Datum: 28. 5. 2010



# ANOTACE

## TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

### Fakulta strojní

#### Katedra strojírenské technologie

#### Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program:	B2341 – Strojírenství
Student:	Luděk Vlček
Téma práce:	Tvářecí stroje používané pro technologie tváření kovů – lisy. Forming machines used for metal forming technology – presses.
Číslo BP:	TKP – TP – B74
Vedoucí BP:	Ing. Pavel Doubek, Ph.D.
Konzultant:	Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D.

#### **Abstrakt:**

Bakalářská práce se formou rešerše zabývá lisí používanými pro tváření kovů. Je zde popsána základní konstrukce lisů, včetně jejich nejdůležitějších konstrukčních částí, výhody a nevýhody jednotlivých lisů. Uvedeno je též základní rozdělení lisů z hlediska konstrukčního uspořádání, mechanismu pohonu a energetické bilance stroje. S ohledem na jejich pracovní možnosti je popsáno použití jednotlivých skupin lisů a možnosti zapojení lisů do automatických výrobních linek. V závěru práce jsou uvedeny trendy v oblasti vývoje tvářecích strojů, respektive lisů.

#### **Abstract:**

Bachelor thesis in the form of research deals with the presses used for metal forming. It describes the basic design of machines, including their main components, advantages and disadvantages of the various presses. Indicated is also the basic division of presses in terms of structural configuration, the drive mechanism and the energy balance of the machine. With respect to their employment options are described using different groups of presses and presses the possibility of integration into automated production lines. The conclusion given the trends in the development of molding machines, presses, respectively.

## **Místopřísežné prohlášení:**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 28.května 2010

.....

Luděk Vlček  
Letná 234  
471 24 Mimoň

# O B S A H

1. Úvod .....	7
2. Lisovací technika .....	8
2.1. Rozdělení lisů .....	9
2.1.1 Rozdělení tvářecích strojů dle energie .....	9
2.1.2 Rozdělení tvářecích strojů dle mechanismu pohonu.....	10
2.1.3 Rozdělení tvářecích strojů dle technologického určení .....	11
2.1.4 Rozdělení tvářecích strojů dle pracovního rozsahu .....	11
2.2 Výběr vhodného lisu .....	11
2.2.1 Mechanický nebo hydraulický lis.....	12
2.3 Části lisovacích strojů .....	13
2.3.1 Společné části lisovacích strojů .....	13
2.3.1.1 Berany .....	13
2.3.1.2 Stojany .....	14
2.4 Mechanické lisy .....	16
2.4.1 Části mechanického lisovacího stroje .....	16
2.4.1.1 Ojnice .....	16
2.4.1.2 Spojky .....	17
2.4.1.3 Brzdy .....	17
2.4.2 Jednočinné mechanické stroje.....	18
2.4.2.1 Výstředníkové lisy .....	18
2.4.2.2 Klikové lisy.....	19
2.4.2.3 Kolenové lisy .....	20
2.4.2.4 Ohraňovací lisy.....	20
2.4.3 Dvojčinné a trojčinné mechanické lisy .....	20
2.4.3.1 Klikovo-kolenovo-pákové hlubokotažné lisy .....	21
2.4.3.2 Hlubokotažné lisy s klikovými koly.....	21
2.4.3.3 Trojčinné tažné lisy.....	22
2.4.4 Mechanické kovací lisy .....	22
2.4.4.1 Svislé kovací lisy .....	22
2.4.4.2 Vodorovné kovací lisy .....	23
2.5 Hydraulické lisy.....	23
2.5.1 Části hydraulického lisovacího stroje .....	25

2.5.1.1	Hydraulický pohon.....	25
2.5.1.2	Akumulátory .....	28
2.5.1.3	Multiplikátory .....	30
2.5.2	Základní typy hydraulických lisů.....	30
2.5.2.1	Základní pojmy hydraulických lisů .....	30
2.5.2.2	Protlačovací lisy .....	31
2.5.2.3	Vytlačovací lisy .....	31
2.5.2.4	Tažné lisy .....	32
2.5.2.5	Razící lisy .....	33
2.5.2.6	Lisy na zpracování kovového odpadu .....	34
2.5.2.7	Dílenské lisy .....	34
2.5.2.8	Kovací lisy .....	35
3.	Trendy v oblasti lisovacích strojů .....	37
3.1	Snižování spotřeby energie .....	37
3.2	Řízení a kontrola procesu při lisování a tváření.....	37
3.3	Tváření s předehřevem laseru.....	38
3.4	Zavedení pružné výroby .....	38
3.5	Manipulátor.....	39
4	Závěr.....	40
5	SEZNAM LITERATURY:.....	41
6	SEZNAM PŘÍLOH.....	42

# 1. Úvod

První zmínky o tváření kovů se datují 5000 let před naším letopočtem. První písemné zmínky o tváření kovů se vyskytují ve svazcích od Homéra.

Při rozvoji tváření kovů se přešlo z ručního zpracování na mechanickou sílu, kde mechanickou sílu bylo možné získat z energie vody, nebo větru. Prvním mechanickým strojem byl buchar s vodním pohonem. Největší nevýhodou takových strojů však bylo umístění. Musely se nacházet např. v blízkosti potoků s velkým průtokem. Rychlost byla regulovatelná pomocí převodů, nejčastěji byla použita ozubená kola.

V pozdějších dobách se přešlo z energie větrné a vodní na energii parní. První lisovací stroj na území České republiky, tehdejší Československé republiky, se nacházel v Plzni ve Škodových závodech. Stroj byl poháněn parou a jeho výroba se datuje do druhé poloviny 19. století. [1]

V dnešní době se technologie tváření zaměřuje především na zvyšování výrobnosti, snižování spotřeby materiálu, snižování spotřeby energie, snižování počtu pracovních sil, a hlavně zvyšování bezpečnosti práce. Dále je snaha co nejvíce postupných prací plně automatizovat. Zároveň je však nutné mít kvalifikovaný personál na údržbu a servis těchto plně automatizovaných linek.

Nejvíce využívané jsou lisovací stroje mechanické a hydraulické. V dnešní době se používá programů pro lisovací operace, a tudíž je vše řízeno přes počítače.

## ***Seznam největších výrobců lisovacích strojů:***

- FORMETAL s.r.o.
- DIEFFENBACHER
- SCHULER
- DK Machinery

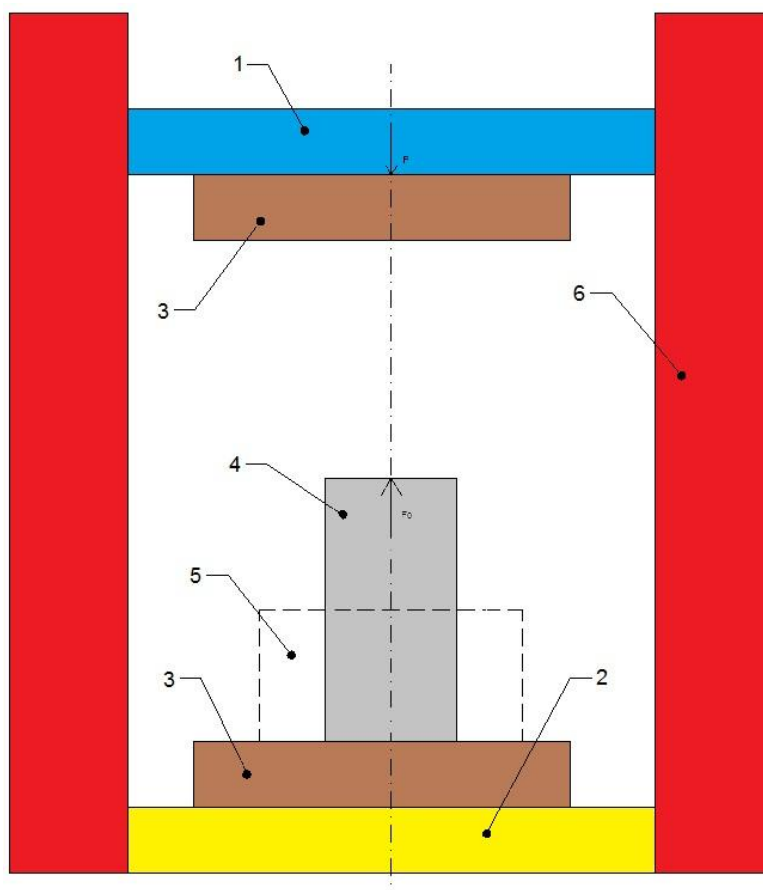
## ***Přehled firem využívající moderní lisy:***

- ŠKODA AUTO a.s. – výroba automobilů
- TOS VARNSDORF – výroba těžebních a stavebních strojů
- ZETAS a.s.
- STAVMEK s.r.o. ( KOMATSU ) – Hydroizolace a tepelná izolace střechy
- ALUPRESS-02 s.r.o. – výroba ocelových a hliníkových výrobků
- ATMOS – výrobce kotlů

## 2. Lisovací technika

### *Lisovací stroj:*

Je uměle vytvořená dynamická soustava, sloužící k realizaci technologického tvářecího procesu, vedoucímu k trvalému přetvoření materiálu.



*Obr. 1 Základní uspořádání lisu*

*1-beran, 2-stůl, 3-dvoudílný nástroj, 4-výchozí materiál, 5-výrobek, 6-rám stroje*

### **Popis pracovního procesu lisovacího stroje:**

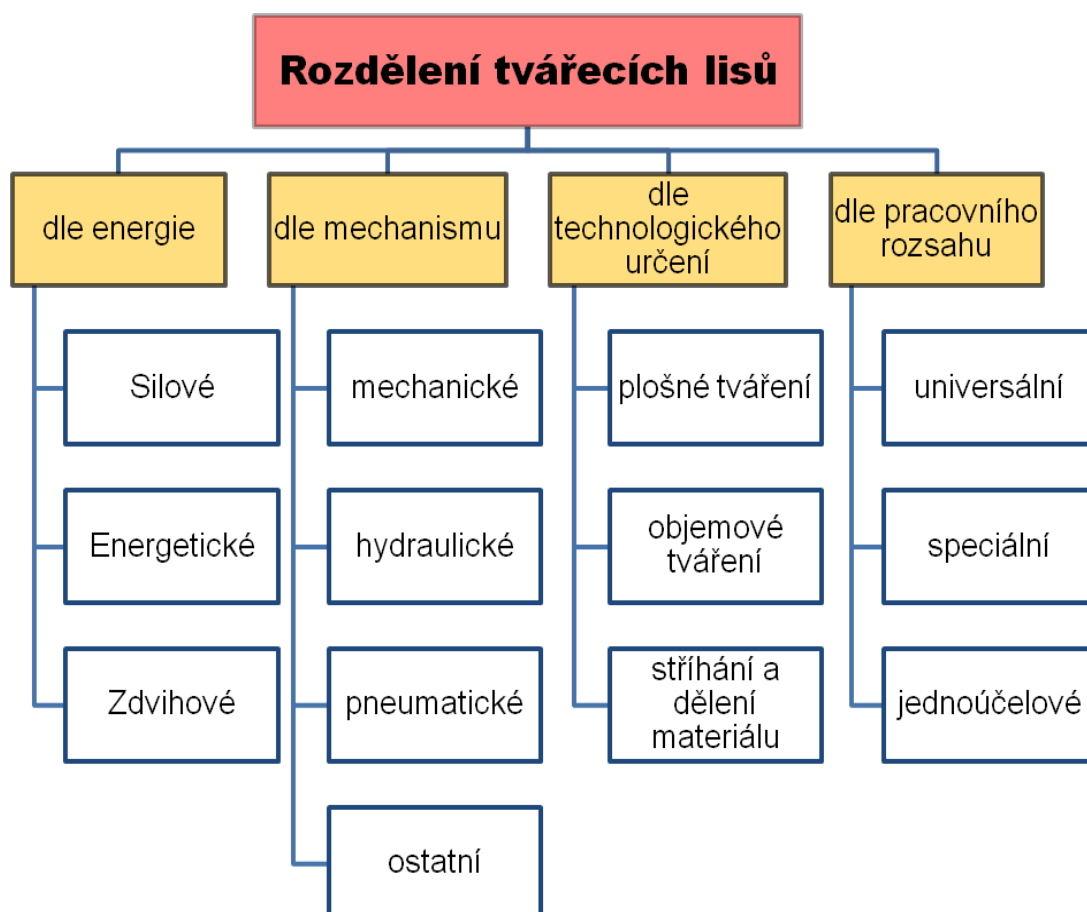
Beran vykonává přímočarý vratný pohyb z horní úvrati až k dolní úvrati. Výchozí materiál je upevněn na pracovním stole lisu a zároveň spočívá mezi jednotlivými díly nástroje. Beran, nacházející se v počáteční poloze, má nulovou rychlost.

Rychlost v dolní úvrati může být různá, závisí na rychlosti stroje a technologickém postupu. Materiál je přetvářen a dochází k plastické deformaci. [1]



## 2.1. Rozdělení lisů

Způsob rozdělení tvářecích lisů můžeme vidět na obr. 2. Nejvíce používané dělení, které můžeme vidět je dělení dle hnacího mechanismu, zda se jedná o lis mechanický, hydraulický nebo pneumatický. [1]



Obr. 2 Rozdělení tvářecích strojů [1]

### 2.1.1 Rozdělení tvářecích strojů dle energie

#### ***Tvářecí stroje silové***

K překonání deformačního odporu tvářeného materiálu využívají energii potenciální. Takovým typickým představitelem těchto tvářecích strojů je hydraulický lis. Síla je konstantní a nezávislá na zdvihu beranu stroje. Plastická deformace tvářeného tělesa je omezena silou na beranu. Základním parametrem silového tvářecího stroje je síla na beranu. Síla může být pro každý stroj jiná a je vždy napsána na štítku stroje. Síla může být v rozmezí 1 až 100 MN. [2]

### ***Tvářecí stroje energetické***

K překonání přetvárného odporu tvářeného materiálu využívají energii kinetickou. Takovým typickým představitelem těchto tvářecích strojů je buchar. Dynamické (rázové) síly, které vznikají při přeměně kinetické energie na přetvárnou práci, jsou zachyceny prostřednictvím tvářeného tělesa a základem stroje. Během tváření je přenos energie mezi pohonem a beranem přerušen a tím je pohon chráněn před dynamickými účinky. Plastická deformace, závisí na kinetické energii beranu a na vlastnostech tvářeného materiálu. V porovnání s tvářecími stroji silovými se energetické stroje označují jako stroje s neklidným chodem. Základním parametrem energetických strojů je kinetická energie. Jmenovitá energie těchto lisů je v rozmezí od 0,1 do 100 kJ. [2]

### ***Tvářecí stroje zdvihové***

K překonání přetvárného odporu tvářeného materiálu využívají obou základních forem energie (potenciální i kinetické). Takovým typickým představitelem u této skupiny je klikový lis, u něhož síla na beranu a rychlost beranu je funkcí zdvihu. Odporové a aktivní síly jsou zachyceny buďto pružným stojanem nebo rámem. V tomto případě má vliv na neklidnost chodu poměr kinetické a potenciální energie. Základním parametrem zdvihového tvářecího stroje je síla neměnná na beranu a dráha, na které může tato síla působit. Maximální síla u tvářecích strojů zdvihových je 8000kN dle výrobců a maximální zdvih 400 mm. [2]

## **2.1.2 Rozdělení tvářecích strojů dle mechanismu pohonu**

### ***a) mechanické lisy***

- hlavním znakem těchto lisů je mechanismus
- nejčastěji použit klikový mechanismus
- pracovní zdvih určuje klikový hřídel
- konstrukčně jednoduché

### ***b) hydraulické lisy***

- náročnější na výrobu
- nutnost potrubí pro vedení kapaliny
- tvářecí síly jsou větší než u mechanických lisů
- plynulá regulace rychlosti

### ***c) pneumatické lisy***

- k přenosu energie zde dochází pomocí stlačeného plynu
- nutnost zařízení pro dopravu plynu
- složitější na výrobu
- větší lisovací síly než u mechanických lisů [1]

### 2.1.3 Rozdělení tvářecích strojů dle technologického určení

#### a) *plošné tváření*

- dosáhne se žádaného tvaru součásti bez podstatné změny průřezu či tloušťky výchozího materiálu
- vyskytuje se nejčastěji u tváření plechů
- mechanické vlastnosti se při plošném tváření nemění

#### b) *objemové tváření*

- požadovaného tvaru součásti se dosáhne změnou tvaru nebo průřezu výchozího materiálu
- v tomto případě se objem výchozího materiálu nemění
- při tváření dochází ke zpevnění materiálu, což má za následek pokles tažnosti

#### c) *stříhání a dělení materiálu*

- dochází k oddělování výchozího materiálu na požadované rozměry
- nastává změna kvality plochy v místě dělení [1]

### 2.1.4 Rozdělení tvářecích strojů dle pracovního rozsahu

#### a) *univerzální*

- je na nich možno tvářet nebo oddělovat materiál různých rozměrů různými operacemi

#### b) *speciální*

- zde se tváří nebo odděluje materiál různých rozměrů jedinou operací

#### c) *jednouúčelové*

- určené pro stejné operace a stejné výrobky [1]

## 2.2 Výběr vhodného lisu

Pokud firma uvažuje o koupi nového lisu, musí si nejdříve uvědomit, jaký druh operací bude tento stroj vykonávat. Základními faktory při výběru stroje je maximální síla, zdvih a dále rozměry výrobku a rychlost. Skupina strojů, která bude tyto požadavky splňovat, podléhá dalšímu kritériu, kterým je ekonomické hledisko. Do ekonomického hlediska se nezařazuje pouze pořizovací cena stroje, ale také cena náhradních dílů a příslušenství a v neposlední řadě náklady na údržbu.

Jedním z dalších faktorů při výběru lisu je jeho přesnost. Musí se zvolit takový stroj, který daný výrobek dokáže vyrobit za co nejkratší dobu s maximální možnou přesností.

Zákazník by měl mít možnost přestavby lisu na jiný druh výrobní technologie, proto by se měl volit stroj, který může být použit na více operací. Proto by se také mělo při výběru stroje počítat se změnou výrobního procesu.

Dalšími neméně důležitými parametry jsou rozměry stroje, materiál výrobku, počet výrobků, který může stroj vyrobit apod.

Lisy s nízkým zdvihem mají výhodu v rychlejší výrobní operaci, to zvyšuje produktivitu. Výška zdvihu by měla být volena podle velikosti výrobku. Některé lisy musí mít vysoký zdvih kvůli vyhazování výrobků. O velikosti stroje nerozhoduje jmenovitá síla, ale velikost výrobku. Tudiž rozměrově menší stroj oproti většímu může mít stejnou jmenovitou sílu. [3]

## 2.2.1 Mechanický nebo hydraulický lis

Mechanické lisy jsou nejčastěji používány pro tažení plechů. Ale existují aplikace pro které se hodí více hydraulické lisy nežli lisy mechanické. V některých případech jsou to dokonce jediné stroje, které se dají použít. Například pouze hydraulickými lisy lze dosáhnout konstantní síly. Další využití a vlastnosti jsou uvedeny v tab. 1 [3]

**Tabulka 1 Použití lisovacích strojů [3]**

	<b>Mechanický lis</b>	<b>Hydraulický lis</b>
<b>Síla</b>	Není konstantní záleží na poloze beranu	Konstantní
<b>Únosnost</b>	Maximálně 54 MN	445MN nebo větší
<b>Výška zdvihu</b>	Omezená	Možnost vysokého zdvihu
<b>Rychlost beranu</b>	Větší než u hydraulického lisu, a může se měnit.	Menší rychlost než u mechanického lisu
<b>Ovládání</b>	Úplný zdvih je většinou nutný před vrácením	Seřiditelný, beran se může vrátit v jakékoliv poloze
<b>Použití</b>	U operací kde je nutný maximální tlak u dolní úvratě.	Pro operace, které potřebují rovnoměrný tlak. Pro hluboké tažení.

## 2.3 Části lisovacích strojů

Některé části lisovacího stroje jsou pro všechny stroje stejné, jako je tomu například u beranu a stojanu lisu. Jsou také další části stroje, které mají jenom určité typy těchto lisovacích strojů. Tyto části jsou jednotlivě popsány v kapitolách, k nimž náleží (hydraulické lisy, mechanické lisy). [2]

### 2.3.1 Společné části lisovacích strojů

Jsou to jednotlivé části lisů, které najdeme na všech druzích lisů jako například u hydraulických tak i u mechanických lisů. Mezi tyto části patří například beran a stojan lisu.

#### 2.3.1.1 Berany

Beran je mechanická součást lisu, která přenáší síly stroje na polotovary. Úkolem beranů u mechanických lisů je přenášet přímočarý pohyb od klikového mechanismu a vyvinutou sílu na nástroj.

***Z konstrukčního hlediska jsou kladeny na berany následující požadavky:***

- a) velká tuhost v ohybu a tlaku
- b) malá hmotnost vzhledem k dynamickým účinkům
- c) dokonalé vedení k zajištění vzájemné polohy obou částí nástroje
- d) upnutí nástroje
- e) umístění pojistek proti přetížení, případně horního vyhazovače

Charakteristika vedení, jsou to dvě ližiny, po kterých se pohybuje beran lisu. Pro spolehlivou funkci beranu lisu je důležitý poměr délky vedení beranu k jeho šířce.

➤ lisy s jedním výstředníkem  $\left(\frac{L_v}{B} = 1,4 \div 2,5\right)$

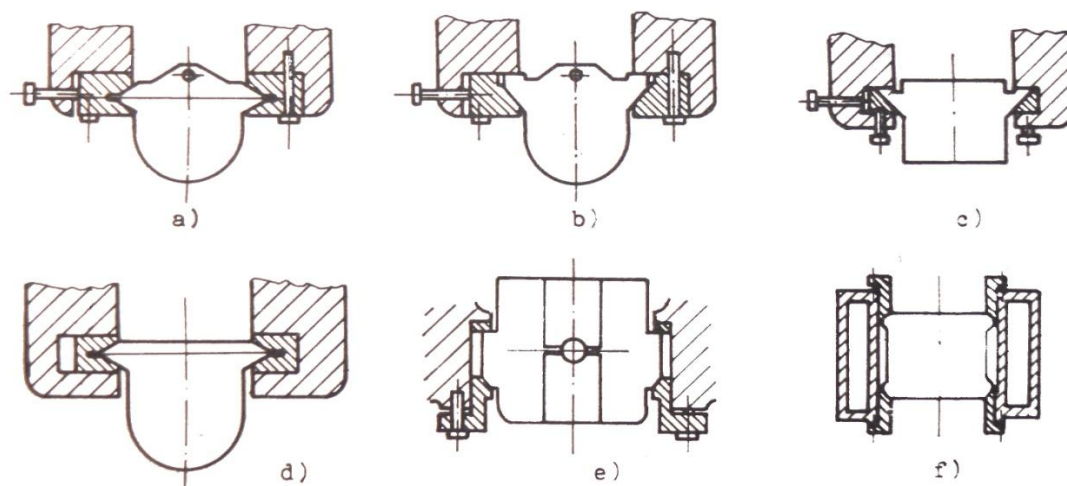
➤ lisy s dvěma výstředníky  $\left(\frac{L_v}{B} = 0,4 \div 0,5\right)$

➤ kovací lisy  $\left(\frac{L_v}{B} = 2,5 \div 3\right)$

$L_v$  – délka vedení beranu [mm],  $B$  – šířka beranu [mm]

U lisů, kde je značně velké výstředníkové zatížení volíme dva výstředníky a ojnice, aby nemuselo být vedení tak dlouhé. V rovině kolmé musí být vedení téměř bez vůle, neboť zachycuje složku osově síly ojnice. Kvůli velkým tlakům na beran lisu se jako materiál na jeho výrobu používá litina nebo ocelolitina. Zároveň je beran kontrolován na ohyb a průhyb u dvojbodových typů. [1,2]

Různé typy jsou znázorněny na následujícím obrázku:



Obr. 2 Vedení beranu mechanických lisů [2]

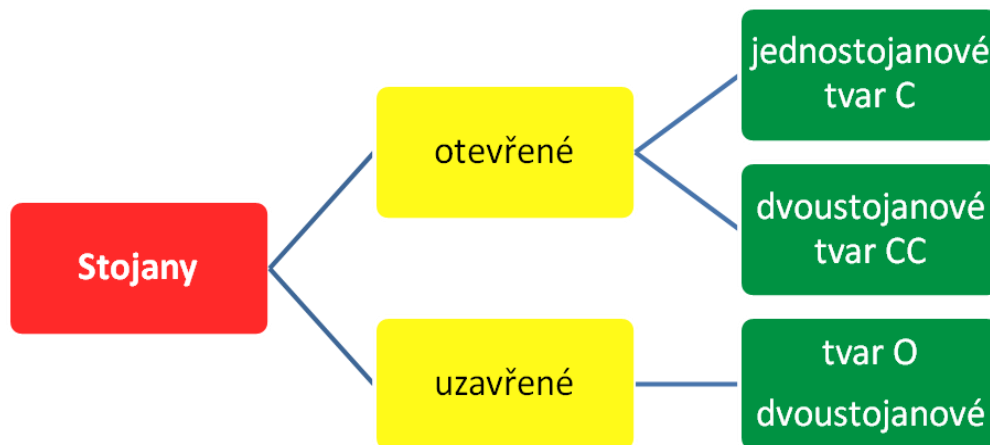
a) až d) jedno stojanové a dvoustojanové otevřené, e), f) dvoustojanové uzavřené

### 2.3.1.2 Stojany

Patří mezi základní části stroje, které najdeme na všech lisovacích strojích. Na stojan se přidělávají všechny jednotlivé části stroje. Stojan lisu slouží k zachytávání sil, které vznikají během tváření. Hmotnost stojanu dosahuje zhruba 80% celkové hmotnosti lisu. Tvar stojanu má být jednoduchý, ale vázaný konstrukčním schématem lisu. Litinové stojany se používají pro lisy s malými jmenovitými silami. Typickým představitelem těchto stojanů jsou výstředníkové lisy. Základní dělení stojanů najdeme na obr. 3. [1,2]

#### **Požadavky na stojan:**

- Tuhost a pevnost
- Dynamická stabilita
- Snadný odvod výlisku a odpadu
- Malá tíha a malá půdorysná plocha
- Snadná výroba



Obr. 3 Rozdělení stojanů

### **Otevřené stojany**

- pracovní prostor otevřený ze tří stran
- většinou se používají s pevným stolem
- otevřený dvoustojanový stojan (CC) má klikový hřídel uložen podélně, tudíž má větší tuhost a často se také vyrábějí jako naklápěcí

### **Uzavřené stojany**

- jsou rámové konstrukce a jsou složeny z příčníku, stojanu a stolu
- jednolitě nebo dělené (spojeny předpjatými šrouby)
- pracovní prostor je otevřený pouze ze dvou stran a to přední a zadní

**Stojany celistvé**, se vyrábějí jako jednolitě a používají se na lehké a střední konstrukce.

**Stojany dělené**, jsou pro těžké konstrukce, tento typ má zvlášť stůl.

**Stojany litinové**, nevýhodou je jejich vyšší hmotnost, ale mají lepší útlum rázů způsobených strojem.

**Stojany svařované**, jsou lehčí a tužší oproti stojanům litinovým a tlumí chvění. [1]

## 2.4 Mechanické lisy

Hlavní činnost mechanických lisů se zakládá na využití pracovního zdvihu stroje, tento zdvih vykonává klikový mechanismus, ostatní pohony jsou od něho odvozené, jako například kolenový mechanismus. Podle druhu použitého převodového systému můžeme dělit mechanické lisy na výstředníkové, klikové, kolenové, šroubové, hřebenové, atd.

Kinematické schéma tohoto výrobního stroje se skládá z převodů, které jsou sériově či paralelně řazeny a z mechanismu s přímočarým vratným pohybem, který tvoří konečný převodový systém. Pracovní cyklus určuje jedna otáčka klikového hřídele, ze které se pouze část využije pro pracovní zdvih. Kvůli nízkému pracovnímu cyklu, se v pohonu používá setrvačnick.

Mechanické lisy jsou poměrně jednoduché na výrobu. Jejich velikou nevýhodou je, že maximální tvářecí sílu lze odebrat až těsně před dolní úvratí, dále je nebezpečí přetížení stroje. Lis nesmí být zatížen větší silou než jmenovitou, jinak hrozí přetížení stroje a jeho následné poškození. Aby nedošlo k přetížení a porušení stroje tak se používá různých pojistek zabraňujících přetížení. Obvykle rychlost lisu s tímto typem pohonu je vysoká, v rozmezí 60 až 1000 zdvihů za minutu. [2,3,4]

### 2.4.1 Části mechanického lisovacího stroje

#### 2.4.1.1 Ojnice

Ojnice přenáší sílu z klikového hřídele na beran lisu, může být buď celistvá s neměnnou délkou, nebo také dvoudílná s nastavitelnou délkou. [5]

##### ***Spojení s beranem:***

- kulovým čepem – lehké a střední lisy
- válcovým čepem – těžké lisy (válcový čep má být co nejkratší)

Dvoudílná ojnice, používaná u lehkých a středních typů lisů, umožňuje měnit délku pracovního prostoru, což vede k přesnému nastavení pracovní polohy nástroje. Pro spojení jednotlivých částí ojnice se používá lichoběžníkový nebo pilový (pro větší tlaky) závit. Závit musí být pojištěn proti uvolňování. Nejlepší pojištění je sevřením závitu čelistmi staženými šroubem. Tento postup se praktikuje zejména u výstředníkových lisů – lehké a střední provedení.

Pro těžké provedení se ojnice spojuje s beranem válcovým čepem. Těžké lisy mívají ojnici celistvou s neměnnou délkou. Nejvíce rozšířené použití je u kovacích lisů. Ojnice může být vyrobena z litiny, ocelolitiny nebo pro velké zatížení i ocelová. [2]



### 2.4.1.2 Spojky

Spojují klikový hřídel s hnacím ústrojím lisu.

***Jsou na ně kladeny tyto požadavky:***

1. Spolehlivé působení; spojení i rozpojení musí být spolehlivé a co možná nejkratší
2. Spojka musí bezpečně přenášet jmenovitý kroutící moment. Úhel prokluzu třecí spojky musí být s ohledem na oteplování v dovolených mezích. Ráz při záběru pozitivní spojky má být pokud možno tlumený.
3. Řídicí ústrojí spojky musí umožnit seřízení na přerušovaný či automatický pracovní cyklus.
4. Ovládací a řídicí ústrojí musí být jištěno proti neočekávanému pracovnímu zdvihu (pojistka proti opakování zdvihu) a proti nežádoucímu seřízení lisu na automatický pracovní cyklus (uzamykatelná, blokovácí pojistka)
5. Naprosto spolehlivé působení pojistného systému při minimálním seřizování a údržbě. [2]

### 2.4.1.3 Brzdy

Zastavují pohyb beranu v horní úvratí po vypnutí spojky a udržují ho na místě, čímž zabraňují samovolnému opakování zdvihu. Podle působení se dělí na brzdy pracující nepřetržitě a brzdy působící periodicky.

***Druhy:***

1. čelistové
2. pásové
3. kuželové
4. lamelové

***Požadavky:***

1. Spolehlivá funkce
2. Mžikové sepnutí
3. Přiměřený úhel doběhu
4. Nesoučasná činnost se spojkou
5. Snadné seřízení a údržba
6. Přiměřené oteplení

Brzdy pracující nepřetržitě jsou jak konstrukčně tak i výrobně jednoduché. Používají se u malých lisů, protože u velkých by docházelo k velice rychlému opotřebení. Nevýhoda, kterou však mají je pohlcování velkého množství energie a tím se brzy opotřebuje obložení i brzdový buben.

Periodicky působící brzdy působí pouze v určitém úseku zdvihu a to když je beran před horní úvratí. Při pracovním zdvihu je brzda částečně

odlehčena. Nelze měnit brzdnu sílu, která je konstantní a je dána tvarem vačky a silou pružiny. [1]

## **2.4.2 Jednočinné mechanické stroje**

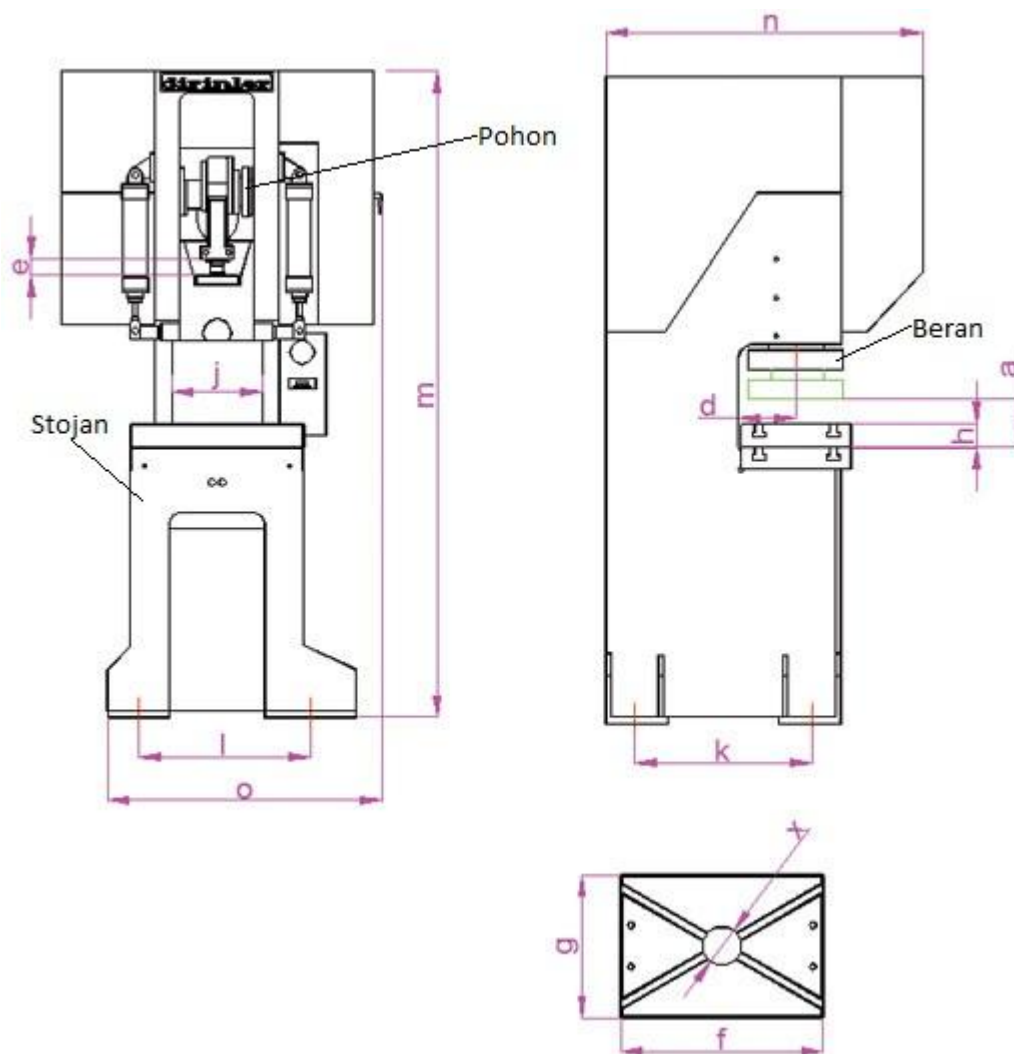
Jednočinné mechanické lisy se nejčastěji vyrábějí s výstředníkovým, klikovým a koleno-klikovým pohonem.

### **2.4.2.1 Výstředníkové lisy**

Je mechanický lis, v němž je výstředníkový hřídel, místo klikového hřídele, použit k pohybu beranu lisu. Používá se na stříhání, děrování, ohýbání, mělké tažení apod. Hlavní části výstředníkových lisů je stojan, beran, pohon (obr. 4).

Výhodou výstředníkových lisů je přestavitelnost beranu výstředníkovým pouzdem, které je umístěno na výstředníkovém čepu. Beran se vede po vodících lištách ve stojanu.

Lis se proti přetížení zabezpečuje střížnou pojistkou. Do beranu stroje se také může zabudovat mechanický vyhazovač. [5]



Obr. 4 Výstředníkový lis [6]

*a-vzdálenost beranu od stolu, d-hloubka hrdla, e-skluz beranu, g,f- rozměry stolu, x-průměr otvoru, h-tloušťka plechu, j-vzdálenost mezi stojany, k,l-vzdálenost mezi otvory, m-výška lisu, n-tloušťka lisu, o-šířka lisu,*

### 2.4.2.2 Klikové lisy

Klikové lisy s otevřeným stojanem se používají pouze do síly 1MN, pokud síla přesahuje hodnotu 1MN používají se stojany uzavřené. Konstrukce tohoto lisu je podobná konstrukci výstředníkových lisů. Uzavřený stojan má větší tuhost konstrukce, což je dobré pro životnost nástrojů a pro rozměrovou přesnost hotových výrobků.

Tyto lisy se vyrábějí s jmenovitou silou od 0,63 do 15 MN. Používají se například pro tvarování plechů, stříhání, vystřihování, děrování, ohýbání, atd. Některé typy klikových lisů jsou vhodné i pro objemové tváření.

Pro práci s mimostředovým zatížením jsou vhodné dvojbodové lisy a pro přesné operace zase lisy jednobodové. Čtyřbodové lisy mohou být navíc zatíženy výstředními silami a jsou vhodné pro použití více nástrojů.

Lisy, které mají horní uložení pohonu, jsou tužší oproti lisům s dolním uložení pohonu a dovolují namontovat větší přidržovací zařízení do stolu. Naopak u lisů s dolním uloženým pohonem nepodléhají stojany silovému zatížení. V některých případech lze namontovat přidržovací zařízení do beranu lisu.

Čtyřbodové lisy se vyrábí s dole uloženým pohonem, to má za následek snížení hluku v pracovních prostorech.

Namáhání, která vznikají při práci lisu s dolním uložením pohonu, zachytávají kliky zatížené tahem, nikoliv tlakem a ohybem jako lisy s horním uložením pohonu. Zvyšuje se tak konstrukční tuhost lisu a snižuje se hmotnost jeho jednotlivých částí. Díky nízkému položenému těžišti lisy s dole uloženým pohonem jsou staticky a dynamicky stabilnější v porovnání s lisy s horním uložením pohonu. [1]

### **2.4.2.3 Kolenové lisy**

Kolenové lisy se používají pro tváření, při kterých je potřebná velká síla při malém zdvihu a malé rychlosti, jako je třeba mělké tažení a ražení za studena i za tepla. Lisy musí být velice tuhé, aby bylo dosaženo potřebné přesnosti při kalibrování.

Přenos sil na kolenový mechanismus je zajištěn oboustrannou klikou. Díky použití kolenovo-klikového mechanismu jsme schopni, díky převodům, získat na konci zdvihu sílu až 5krát vyšší než u rozměrově stejných klikových lisů. Kolenové lisy mohou být vyráběny jak s horním tak s dolním uloženým pohonem. [1]

### **2.4.2.4 Ohraňovací lisy**

Jsou určeny na výrobu profilů ohýbáním plechu. Ohraňovací stroje se konstruují s mechanickým nebo hydraulickým pohonem. Jsou to svislé dvojstojanové stroje otevřeného vyhotovení, s úzkým a dlouhým beranem. Stojan ohraňovacích lisů je z litiny nebo svařovaný. Beran je poháněn dvěma ojnici, které jsou nezávisle přestavitelné.

Pohon ohraňovacích lisů je podobný jako u klikových lisů. Mají třecí spojku a kotoučovou brzdu. [2]

### **2.4.3 Dvojčinné a trojčinné mechanické lisy**

Dvojčinné a trojčinné mechanické lisy jsou určeny na hluboké tažení výtažků z plechu. Tato základní operace je určujícím faktorem konstrukce lisu. Proto mechanismus, který přidržuje plech – přidržovač, má být při tažení synchronně spojený s klikovým hřídelem.

Pohyb tažného beranu je odvozený od posuvného nebo vlečného klikového mechanismu. Přidržovací beran se může pohybovat v stejném směru nebo proti směru tažení. V prvním případě se používá kolenovo-pákový nebo vačkový pohon shora, v druhém případě dolní pohon vačkami. Pohybové poměry tažného beranu odpovídají v zásadě pohybovým poměrem klikového lisu. Vedlejší pohyb přidržovacího beranu musí proto odpovídat následujícím požadavkům:

- dotyk přidržovače na plech má být krátce před dosednutím hlavního tažného nástroje na plech,
- pokojný stav přidržovače se má během hlubokého tažení dodržet.
- vzdálenost přidržovače od tažnice a rychlejší zpětný chod má nastat potom, co tažný beran proběhne dolním úvratem.

Podle konstrukčního a vnějšího vzhledu jsou dvojčinné lisy podobné jednočinným. Rozdělujeme je do dvou skupin:

- klikové dvojstojanové lisy
- klikovo-pákové dvojstojanové lisy

První skupina zahrnuje lisy s klikovo-vačkovým pohonem přidržovacího beranu. [1]

### **2.4.3.1 Klikovo-kolenovo-pákové hlubokotažné lisy**

Stojan, pohon a hlavní výkonný mechanismus těchto lisů včetně spojky a brzdy jsou v podstatě stejné jako na klikových lisech. Novější hlubokotažné lisy mají dvourychlostní pohon, který zvyšuje hospodárnost. Vedlejší pohyb je odvozený od hlavního pohonu.

Na hlavním beranu je upevněný tažník, který má pohyb odvozený od klikového mechanismu. Přidržovací beran s přidržovačem dává do pohybu rovinný osmičlankový klikovo-pákový mechanismus. Tento mechanismus má posuvný pohyb ve směru jako hlavní beran. Rozdělovačem pohybu a zároveň hlavním článkem mechanismu přidržovače je koncová klika klikového hřídele, která táhlem dává do pohybu křížák. Pohyb křížáku se přenáší táhly na výkyvné dvojramenné páky. Výkyvem dvojramenných pák se kolena narovnávají nebo ohýbají a tak vykonávají posuvný pohyb přidržovacího beranu.[1,2]

### **2.4.3.2 Hlubokotažné lisy s klikovými koly**

V hlubokotažných lisech je tažník plechu v pokoji a těžnice se pohybuje pomocí vačkového pohonu. Tyto lisy se hodí především na tažení válcových výtažků a používají se při výrobě nádobí pro domácnost. Pro

příznivé zdvihové poměry je na nich možno dosáhnout velké tažné hloubky, zatímco tažná síla na konci zdvihu není velká. [1]

### **2.4.3.3 Trojčinné tažné lisy**

Trojčinné tažné lisy jsou vlastně dvojčinné lisy doplněné třetím dolním beranem, potřebným na výrobu výtažků tažených v opačném směru, jako se pohybuje horní tažný beran. Používají se v automobilovém průmyslu na zhotovení velmi složitých výrobků. Tvarování výtažků na tomto lisu kde konečného tvaru výtažku mlze dosáhnout na jeden zdvih má mnoho výhod:

- zmenšení pracnosti
- zvýšení jakosti
- zmenšení technologických přídavků k rozměru výtažku

Na rozdíl od dvojčinných lisů zde není pohon horního tažného beranu klikový, ale kličko-pákový. [1,2]

### **2.4.4 Mechanické kovací lisy**

Jsou určeny na tváření za tepla i za studena. Mechanické kovací lisy se rozdělují na:

- svislé kovací lisy
- vodorovné kovací lisy

#### **2.4.4.1 Svislé kovací lisy**

Na tyto lisy jsou kladeny vysoké požadavky na tuhost konstrukce při dostatečně velkém pracovním prostoru lisu. Velký počet zdvihů beranu lisu zmenšuje čas dotyku nástroje s tvářeným materiálem, což příznivě ovlivňuje jejich životnost. Rychlost beranu kovacího lisu je 2 až 4-krát vyšší než u beranu univerzálních lisů. Rychlost beranu by bylo možno ještě zvýšit, ale pracovní podmínky a velké nároky na tuhost omezují tyto možnosti.

Klikové kovací lisy se vyrábějí jako svislé, dvojstojanové uzavřené stroje s otevřeným pohonem a při menších silách taky s uzavřeným pohonem.

Konstrukce kovacích lisů je masivní. Tuhost klikového mechanismu se zabezpečuje krátkou nedělenou ojnici, výstředníkovým hřídelem, masivním beranem a dvojítm vedením. Kovací lisy mají odkliňovací zařízení na uvolnění beranu při jeho zaseknutí. K zaseknutí dochází, když nejsou dodrženy předepsané technologické podmínky tváření, například při poklesu kovací teploty pod předepsanou teplotu, při stoupání tvářecí síly nad

jmenovitou sílu lisu, jestliže elektromotor nepřetočí pohonný klikový hřídel.[1,2]

#### **2.4.4.2 Vodorovné kovací lisy**

Vodorovné kovací lisy jsou určeny na kování výkovků různého tvaru z tyčového materiálu. Charakteristickým znakem těchto lisů jsou zápustky, které se rozevírají ve dvou vzájemně kolmých rovinách. Zápustky se otvírají a zavírají pomocí mechanismu spojeného s beranem. Nepohyblivá polovina zápustky je upevněná ve stojanu. Protože nejčastěji se kuje v uzavřené zápustce při ohraničeném tečení materiálu, do zápustky se vsunuje materiál, kde objem odpovídá objemu výkovku. Na přesné nastavení délky tyče se používá zářezka. Na vodorovných lisech se kovají výkovky i v otevřené zápustce, ale taky ve vícedutinových zápustkách.

Svírací mechanismus vodorovných kovacích lisů může být:

- klikovo-pákový dvojklinový
- klikovo-páково-kolenový
- vačko-smykadlovo-kolenový

Klikovo-pákový dvojklinový svírací mechanismus je rozměrově malý a používá se u malých lisů. V klikovo-páково-kolenovém upínacím mechanismu, je posuv svíracího beranu odvozený od hlavního beranu přes systém pák a kolen. Vačko-smykadlovo-kolenový mechanismus má největší přesnost pohybu svíracího beranu, čili výdrž v krajní poloze zajišťuje mechanismus. [1,2]

### **2.5 Hydraulické lisy**

Hydraulické lisy pracují na základě poznatku o rovnoměrném šíření tlaku všemi směry (Pascalův zákon). Uplatňuje se zejména v oblastech technologie tváření, kde je požadavek konstantní síly v závislosti na průběhu tvářecí charakteristiky.

Hydraulické tvářecí stroje umožňují:

- dosažení vysokých sil
- nastavení velikosti zdvihu pracovního pístu v libovolném místě celkového zdvihu
- splnění požadavku rozsahu rychlostí
- plynulou regulaci rychlosti
- snadné dosažení konstantního tlaku a rychlosti při tvářecím procesu
- plynulou regulaci tlaku

- snadnou a rychlou reverzaci pohybu pracovního pístu
- mechanizaci pomocných operací a automatizaci celého pracovního cyklu
- možnost odebrání maximální síly v libovolném zdvihu

Hydraulické tvářecí stroje mají:

- horší účinnost
- složitou konstrukci pohonu
- pomalejší chod beranu, a tím menší počet zdvihů
- nepřehledné a nesnadné zjištění poruch
- složitější údržbu
- vyšší pořizovací náklady při stejné jmenovité síle než u mechanických lisů

Podle technologického určení se hydraulické lisy dělí na lisy na zpracování kovů a lisy na zpracování nekovových materiálů. Na zpracování kovů se používají lisy na :

- objemové tváření
- vytlačování
- zpracování plechu
- rovnání a montáž
- zpracování kovových třísek a kovového odpadu
- zpracování výrobků z kovových prášků

Hydraulické lisy lze rozdělit podle:

- pracovního účelu lisu
- uspořádání lisu
- konstrukce lisu
- způsobu ovládání lisu
- zdroje tlakové energie

Uspořádání lisu může být

- svislé
  - a) s horním pracovním válcem
  - b) se spodním pracovním válcem
- vodorovné, které bývá u lisů protlačovacích, lisů na zpracování plastů, strojů na lití kovů pod tlakem.

Někdy se vyskytují však i konstrukce se svislým a vodorovným uspořádáním současně např. lisy paketovací, lisy pro zpracování plastů, stroje na lití kovů pod tlakem.

Podle konstrukce lze lisy dělit na:

- stojanové
- rámové
- sloupové
- skříňové

Podle způsobu ovládání lisu jsou to lisy ruční, nožní a strojní, které dělíme na lisy dálkové, poloautomatické a automatické.



Podle zdroje tlakové energie lze hydraulické lisy rozdělit:

- s přímým přenosem energie
- s nepřímým přenosem energie
- s kombinovaným přenosem energie

Dále lze z hlediska provedení zdroje tlakové energie hydraulické lisy rozdělit do dvou skupin:

- s vlastním pohonem (jednotkovým)
- se společným pohonem (centrálním) [1]

## **2.5.1 Části hydraulického lisovacího stroje**

Části stroje, které najdeme pouze na hydraulickém lisu.

### **2.5.1.1 Hydraulický pohon**

Hydraulický pohon se skládá z hydrogenerátoru, čerpadla, hydraulického válce, rozdělovacího a regulovacího zařízení, potrubí, pomocných mechanismů.

Hydraulickým pohonem se nastavuje velikost sil, rychlost a pohyb pracovních mechanismů.

Konstrukčně složité hydraulické systémy na automatické ovládání a řízení lisu se skládají z typizovaných uzlů hydraulických lisů. [1]

### ***Hydrogenerátor***

Základním úkolem hydrogenerátorů v hydraulických mechanismech je dodávat potřebný proud kapaliny, zároveň udílet kapalině tlakovou energii a jistou kinetickou energii, která je nutná pro dopravu obvodem. Tlaková energie se za pomoci hydromotoru mění v energii mechanickou.

Hydrogenerátory se dělí podle toho, pracují-li s konstantním proudem nebo s proměnným proudem. U hydrogenerátoru s konstantním proudem lze měnit proud pouze změnou otáček. Kdežto u hydrogenerátoru s proměnným proudem lze dosáhnout změny proudu pouze změnou určitého parametru mechanismu při zachování počtu otáček.[7]

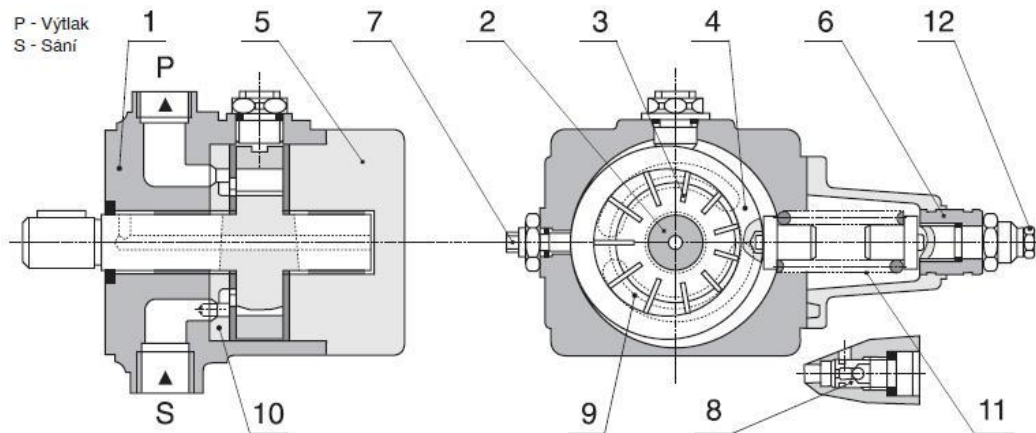
Hydrogenerátory mohou být:

- a) lamelové
- b) šroubové
- c) zubové
- d) pístové

### a) **Lamelový hydrogenerátor**

Používají se zejména u obráběcích strojů, ale také tam, kde je požadována tichost chodu, vysoká životnost a rovnoměrnost toku pracovní kapaliny.

Vyznačují se malými rozměry na jednotku dodávaného proudu, mají pouze malé pulsace proudu během jedné otáčky, mají však menší účinnost. [7]

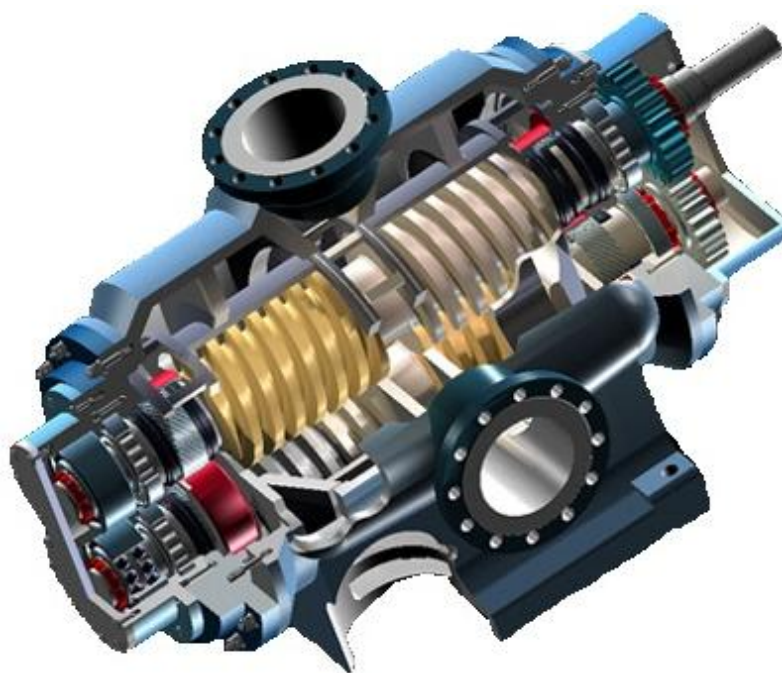


*Obr. 5 Lamelový hydrogenerátor [8]*

1-tělo, 2-rotor, 3-lamely, 4-statorové kroužky, 5-víko, 6-regulátor tlaku, 7a12-regulační šroub, 8-ventil, 9-kapalina, 10-rozváděcí deska, 11-pružina,

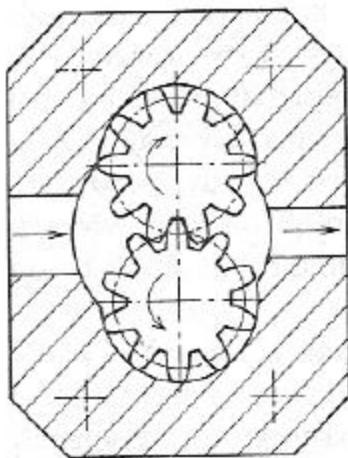
### b) **Šroubové hydrogenerátory**

Šroubový hydrogenerátor má na rozdíl od ostatních druhů, zcela plynulý průtok s minimálním počtem pulsací a proto má nízkou hlučnost. Tento hydrogenerátor je bez možnosti regulace, a tím bez reverzace otáčení. [7]



*Obr. 6 Šroubový hydrogenerátor [9]*

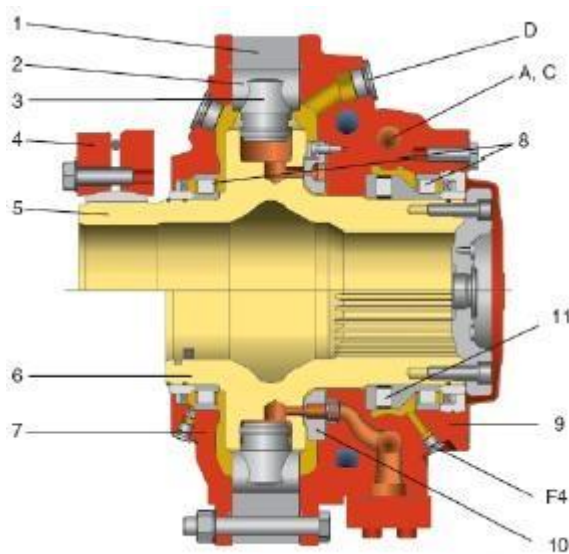
### **c) Zubové hydrogenerátory**



Zubové hydrogenerátory patří mezi nejrozšířenější druh hydrogenerátorů používaných v praxi. Patří mezi neregulovatelné hydrogenerátory, vyrábějí se tudíž bez možnosti reverzace otáčení. Výroba hydrogenerátorů značně převyšuje výrobu hydromotorů. [7]

*Obr. 7 Zubový hydrogenerátor [7]*

#### d) Pístové hydrogenerátory



Obr. 8 Pístový hydrogenerátor [9]

1-vačkový kroužek, 2-vačkový váleček, 3-píst, 4-hřídel spojky, 5,6-blok válců, 7-konec hřídele, 8- ložiska, 9-svorkovnice, 10-ventil, 11- axiální ložisko, A,C-vstupní nebo výstupní port, D-port

Základní součástí pístových hydrogenerátorů jsou písty, které konají ve válcích přímočarý vratný pohyb. Válce jsou uspořádány buď jednotlivě, nebo do tzv. bloku. Podle uspořádání pístů u pístových hydrogenerátorů se dělí na axiální, radiální a řadové.

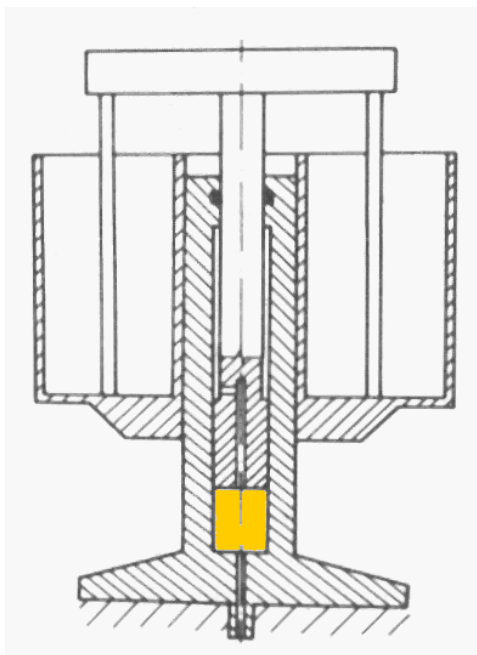
Jsou nejrozšířenějším typem generátorů, používaných v hydraulických pohonech tvářecích strojů. Konstrukce může být s konstantním i proměnným geometrickým objemem. Jsou náročné jak konstrukčně, tak i výrobně. [9]

### 2.5.1.2 Akumulátory

Je to zásobník kapaliny pod tlakem vyšším než atmosférickým, který slouží k akumulaci tlakové energie. Slouží ke shromáždění energie, kterou je pak možno v potřebném okamžiku odebrat. Mezi další hlavní funkce akumulátoru patří: [10]

- doplňování objemových ztrát kapaliny
- pohlcování přebytečné energie v hydraulických obvodech
- tlumení hydraulických rázů
- zkracování celkové doby pracovního cyklu stroje
- snížení zatěžování hydrogenerátorů a elektromotorů
- zajištění konstantního tlaku

### **a) Závažový akumulátor**



Obr. 9 Závažový akumulátor [10]

Výhodou tohoto typu akumulátoru je, že při odběru kapaliny nedochází k poklesu tlaku. Naopak nevýhoda tohoto typu akumulátoru spočívá ve značných rozměrech a velkém zatížení základů a vznik hydraulického rázu při zastavení. [10]

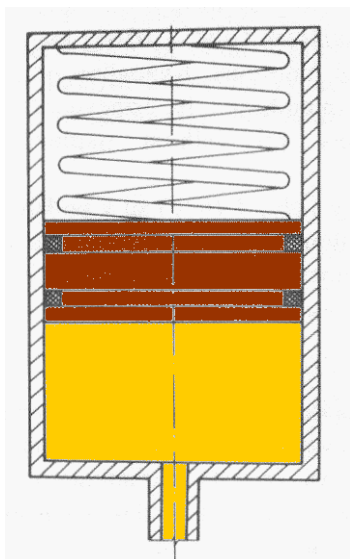
### **a) Setrvačnickový akumulátor**

Setrvačnick se zapojuje mezi elektromotor a hydrogenerátor. Tento druh akumulátoru je vhodný jen pro krátkodobé přetížení pohonu.

Elektromotor se v době, kdy není čerpadlo zatížené, využívá na vyrovnání poklesu otáček setrvačnicku. [10]

### **b) Pružinový akumulátor**

Jednou z výhod je, že pružinový akumulátor má menší rozměry než akumulátor závažový, ale na rozdíl od pružinového akumulátoru zde tlak není konstantní, ale je závislý na stlačení pružiny. Další výhodou je jednoduchá výroba.



Obr. 10 Pružinový akumulátor [10]

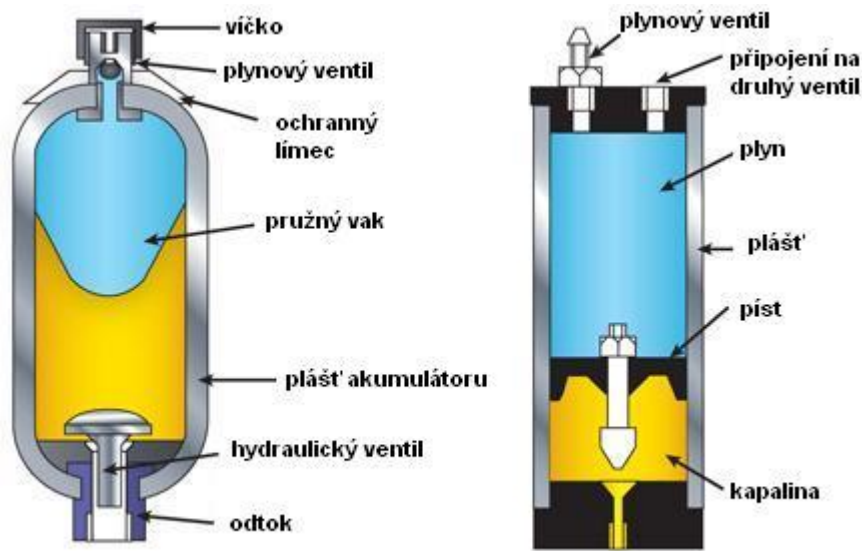
Mezi nevýhody tohoto akumulátoru patří provozní nespolehlivost, neboť u pružin dochází k únavě materiálu a pružiny praskají. [10]

### c) Plynový akumulátor

Tento typ akumulátoru je nejrozšířenější oproti ostatním výše uvedeným akumulátorům. V podstatě se jedná o tlakovou nádobu, která je z části naplněná pracovní kapalinou a z části plynem. [10]

Tento typ akumulátoru se dělí do dvou skupin:

- s přímým stykem kapaliny a plynu
- s nepřímým stykem kapaliny a plynu



Obr. 11 Plynový akumulátor s nepřímým stykem kapaliny a plynu [10]

### 2.5.1.3 Multiplikátory

Základním úkolem hydraulických multiplikátorů je dodávat do pracovního válce tvářecího stroje kapalinu s vyšším tlakem než má kapalina, kterou dodává akumulátor nebo hydrogenerátor. [5]

Podle konstrukčního hlediska dělíme multiplikátory:

- Jednočinné
- Dvojčinné

## 2.5.2 Základní typy hydraulických lisů

### 2.5.2.1 Základní pojmy hydraulických lisů

Hydraulické tvářecí stroje pracují tzv. klidným tlakem. Tlaková energie přenesená do pracovního prostoru se prostřednictvím výstupního členu přemění přímo v přetvárnou práci materiálu (polotovaru). [1]

Hydraulické lisy můžeme rozdělit podle různých hledisek. Nejčastější rozdělení je podle:

- oblasti technologického využití
- charakteristických znaků konstrukce

Důležité technické údaje hydraulických lisů:

- jmenovitá síla, nazvaná podle způsobu vykonávaných prací, např. lisování, předlisování, dolisování, uzavírací, rovnací, ohýbací, vytlačovací, je to největší dovolená síla, kterou může být lis zatěžován
- zpětná síla, je síla, kterou vrací nebo je vrácen výstupní člen hydraulického mechanismu do výchozí polohy
- rychlosti jsou pojmenovány podle způsobu vykonávaných prací lisu či pohybů pracovních částí, např. rychlost lisovací, vytlačovací, přibližovací, sjížděcí, uzavírací, zpětná
- největší otevření lisu je největší (nejmenší) možná vzdálenost upínacích ploch
- zdvih je největší možná dráha lisovací desky
- průchod je nejmenší vzdálenost vnitřních ploch sloupců nebo stěn stojanů v podélné nebo příčné ose lisu
- vybočení je nejmenší vzdálenost osy lisovací desky od plochy stojanu, které omezuje pracovní prostor
- rozteč sloupů je vzdálenost os sloupů v podélné nebo příčné ose stroje
- upínací plocha je plocha, která je určena pro upevnění nástrojů

### **2.5.2.2 Protlačovací lisy**

Slouží k výrobě nástrojů, a to zejména vrtáků, výstružníků, výhrubníků a fréz, a to protlačováním za tepla.

Dále slouží k hydrostatickému protlačování. Touto metodou se vyrábí například dráty, trubky, tyče profily, ale také běžné i těžce tvářitelné kovy.

Protlačovací lis se používá hlavně při výrobě přesných tvarů a součástí velkých délek. Další uplatnění nalezneme třeba při lisování součástí z kovových prášků i při plátování kovů. [1, 3]

### **2.5.2.3 Vytlačovací lisy**

Používají se pro vytlačování profilových trubek a tyčí. Tyče a profily se vytlačují z plných bloků, trubky a duté profily z dutých bloků. Konstrukce lisu

se dělí podle toho, zda jde o vytlačování oceli nebo neželezných i lehkých kovů.

Další dělení lisů je podle konstrukce stojanu. Nejčastěji jsou opatřeny stojanem vodorovným, sloupové konstrukce.

Vytlačovací lisy jsou opatřeny třemi hydraulickými válci. Jeden vykonává pracovní zdvih, druhé dva vykonávají zpětný zdvih. Lis je navíc vybaven plnicím ventilem, jehož průtočným průřezem proudí pracovní kapalina z plnicí nádrže, přebytečné množství kapaliny protéká přepouštěcím ventilem do odpadu.

Popis principu funkce vytlačovacího stroje je následující. Lisovací válec působí na lisovací trn, který tlačí na materiál velkou silou. Tlakem se materiál vytlačuje středem trnu přes lisovací vložku proti směru pohybu trnu. Vzniklý drát se vede přes vodící váleček na buben navíječky. [1,3]

#### **2.5.2.4 Tažné lisy**

Tažné lisy se zejména používají pro běžné tvářecí operace z plechu. Mezi tyto operace patří rovnání, ohýbání, lemování. Také se používá pro práce montážní a to zalisování ložisek, pouzder a čepů.

Mezi základní technické parametry tažného lisu patří jmenovitá síla, zdvih pracovního plunžru, rychlost sjíždění, lisovací a zpětná síla.

Na obrázku 12 je tažný lis od firmy APT. Jedná se o konstrukci se svislým stojanem, jednočinný, hornotlaký. Stojan lisu se skládá ze stolu a nástavku. Nahoře je do stojanu vsazen pracovní válec s plunžrem.

Technické parametry tažného lisu jsou jmenovitá síla okolo 2 500kN, zdvih až 350 mm.





*Obr. 12 Tažný lis od firmy APT [11]*

Mezi tažné lisy patří hydraulický lis s hydraulickým nástrojem. Používá se pro hluboké tažení plechů, kdy nahrazuje klasický způsob postupového tažení. Hydromechanický způsob tažení využívá hydraulického nositele energie k vytvoření výrazně příznivějších silových poměrů ve výtažku, a tím k dosažení vyššího poměru tažení. Zároveň dochází ke snížení počtu technologických operací a nahrazení několika technologických operací najednou. [1,3]

### **2.5.2.5 Razící lisy**

Vyrábějí se z nich převážně dutiny ve formách a zápustkách vytlačováním tvarového lisovníku do ocelových polotovarů za studena. Razící lisy jsou vhodné i pro jiné přesné lisařské operace, u kterých je vyžadováno vysokých tlaků. Příkladem tohoto použití je ražení kovových mincí a medailí.

Konstrukční uspořádání razícího lisu je svislé, se spodním lisovacím válcem.

Jejich konstrukční uspořádání je svislé, se spodním lisovacím válcem a válcem pro zpětný chod pístu. Válce jsou ve spodní části stojanu, který je z oceli na odlitky. K pístu lisovacího válce a k vrchní části stojanu jsou připevněny kalené upínací desky. Pracovní prostor lisu je při provozu osvětlen a uzavřen ocelovými kryty s průhledy.



Obr. 13 Razící lis od firmy Šmeral [12]

Technické parametry udávající výrobci jsou následující. Jmenovitá síla razících lisů se pohybuje v rozmezí 2500 až 20000 kN, sevření od 200 až 2000 mm, zdvih od 50 do 300 mm. [1,3]

### 2.5.2.6 Lisy na zpracování kovového odpadu

Hydraulický paketovací lis se používá pro paktování kovového odpadu. Jedná se o typický příklad uplatnění přímého pohonu. Co se týče konstrukce tak je lis sestaven z násypky, zvedání víka a šoupátka, lisovací skříň, předlisu a dolisu. Stojanem lisu je v tomto případě zároveň lisovací skříň, na ní jsou upevněny jednotlivé součásti paketovacího lisu. Lisovací skříň se skládá z bočnice šoupátka, bočnice násypky, víka, spodní desky, přední stěny traverzy a tělesa šoupátka. Ke slisování materiálu slouží skříň, která je vyložena výměnnými pancéřovými plechy, které jsou opatřeny drážkami. [1,3]

### 2.5.2.7 Dílenské lisy

Těchto lisů se používá pro běžné lisování a montážní práce, zejména v sériové a hromadné výrobě drobných součástí. Lze jimi stříhat, ohýbat, rovnat, táhnout, protlačovat, razit, nýtovat, značkovat apod.

Při návrhu koncepce hydraulického obvodu dílenského lisu se vychází z jeho požadovaných vlastností. Plynulou regulaci rychlosti lisovacího pístu, a to v dostatečném rozsahu, zajišťuje generátor s proměnným proudem.

Základní síla se reguluje proměnným odporem, regulačním pojistným ventilem. Pohyb lisovacího pístu se řídí hydraulickým rozvaděčem. Bezpečnou práci na lisu zajišťuje dvouruční ovládání hydraulického rozvaděče. Zdvih lisovacího pístu je omezen v horní i dolní úvrati zádržkami, které lze podle potřeby přestavět, a tím regulovat polohu i velikost zdvihu. [1]

### **2.5.2.8 Kovací lisy**

Z technologického hlediska rozlišujeme kovací lisy na volné a zápusťkové kování.

Základními technickými parametry kovacího lisu na volné kování jsou jmenovitá síla, maximální hmotnost ingotu, výkon lisu, počet zdvihů za čas. Na obr. 14 vidíme svislý kovací lis. Lis je tuhé konstrukce a je vhodný pro práci s excentrickým zatížením. Na lise se můžou provádět běžné kovací operace, tj. přechování, děrování, kování na trnu, rovnání. Lze na něm kovat volné výkovky typu tyčí, kroužků, pouzder, přírub, disků, špalků a další, které nelze pro jejich složitost a malou sériovost vyrábět na jednoúčelových strojích. [1]

Stroje lze použít jako:

- samostatné kovací jednotky, pracující nezávisle na ostatním pomocném zařízení
- ve spojení s kovářským kolejovým manipulátorem, jako kovací integrovaný agregát, kde hlavní pohyby lisu a manipulátoru jsou vzájemně vázány.



*Obr. 14 Kovací lis od firmy Šmeral Brno [12]*

### 3. Trendy v oblasti lisovacích strojů

V této oblasti vývoj za poslední roky značně pokročil. Stroje s vysokou jmenovitou silou nemusí již být velkých rozměrů, jako tomu bylo dříve, ale dnes můžou být stroje se stejnou jmenovitou silou menší. Také dříve nebyly práce plně automatizované, jako tomu je nyní. To má za následek zvýšení produktivity práce a snížení časů potřebných na výrobu součástí. Automatizace je dnes klíčovým prvkem v provozu ve velkých firmách. Dále je snaha co nejvíce stroje inovovat, protože starší stroje spotřebovávají větší množství energie. Tento faktor se stal jedním ze základních, díky rostoucím cenám elektrické energie.

#### 3.1 Snižování spotřeby energie

Jak bylo v předešlé části zmíněno tak je velice důležitá spotřeba elektrické energie u tvářecích strojů. Vzhledem k rostoucím cenám elektrické energie, která se za posledních 6 let zvýšila až o 126%. Proto většina firem dnes buďto inovuje starší stroje nebo je rovnou mění za nové.

Také je zde vysoký nátlak na průmyslové odvětví z evropské unie. Kde je požadavek na snížení emise CO<sub>2</sub> o 20% do roku 2020.

Z celkové produkce energie, průmyslové odvětví spotřebovává až 42% energie. Podle výzkumů by se spotřeba energie mohla snížit až na 25% pokud by všechna průmyslová odvětví spolupracovala.

Snížit spotřebu energie se dá:

- výrobou energeticky efektivních komponentů
- funkčními moduly
- plánovanou regulací a řízením v procesu
- odpojováním strojů při přerušení výroby

Tyto poznatky se opírají o výsledky zkoumání TU Darmstadt. Stroje se mohou stát efektivními jen v případě maximální spolupráce výrobce, zákazníka i dodavatele potřebných komponentů. Pravidelné hodnocení a optimalizace energetické spotřeby tvářecích strojů, mají tvořit hlavní pilíře při hledání úspor energie v oblasti strojů. Uživatel by měl mít možnost prostřednictvím řídicího systému volit, jakou úroveň úspory energie preferuje. Dále by měl mít možnost vypnutí stroje při nevýrobních časech. [13]

#### 3.2 Řízení a kontrola procesu při lisování a tváření

Kvůli zajištění dobré kvality výroby se tvářecí stroje doplňují snímači. Tyto snímače slouží k sledování dráhy a síly na základě jejich výstupů je vyhodnocen tvářecí proces a rozhodnuto o kvalitě výrobků.

Postup lisování může být rozčleněn na několik navzájem nezávislých fází. V každé fázi lze naprogramovat rozdílné parametry lisování, tj. dráhu sílu (v tlaku i tahu), čas včetně prodlev, rychlost a zrychlení beranu. S monitorováním těchto veličin je možno v průběhu výroby zavést vhodné podprogramy, které by zlepšili výrobu. U zvolených veličin může uživatel nastavit meze, od kterých se lisovací proces nesmí odchýlit.

Lisovací jednotka TOX ElectricPower nabízí, při nezměněných vnějších rozměrech, nové vlastnosti, jako je například vyšší točivý moment servovřetene. Umožňuje kratší procesové doby cyklů, a to při stejných parametrech zdvihů – programovatelných. [14]

### **3.3 Tváření s předehřevem laseru**

Laser se nejvíce používá v odvětvích jako je svařování, řezání, obrábění nebo povrchových úprav.

Může se však také používat jako podpůrný nástroj, související s vhodnou přípravou materiálů a úpravou jejich vlastností pro jiné technologie.

Mezi první operace využití v tvářecí technologii bylo tlakové tváření rotačních symetrických dílů, kde ohřevem dílu laserovým paprskem se snížila až o 40% potřebná přetvárná síla. Laser se používal také pro předehřátí těžko tvářitelných materiálů z jakostních ocelových slitin a slitin Ti a Ni. Částečně se dá do této oblasti zahrnout i technologie tváření podoby kuličkováním, kde pulzní laser je využit pro vývoj tlakových rázů na povrchu tvářených polotovarů.

Nyní se však používá laser i pro předehřátí plechu při ražení a vysekávání plechů na razícím lisu. I v tomto případě se však používá předehřev laserem pouze u těžko tvářitelných plechů, jako je např. hořčíková slitina AZ 31, kde při lisování za studena dochází k častým trhlinkám. Příkladem může být tváření ozubení pro mikropohony, nebo třeba i díly mechanických hodin.

Pro pokles napětí na mezi kluzu je technologie ražení s předehřevem vhodná i pro vysokopevné a křehké materiály. Ohřev materiálu zvyšuje jakost tváření a zároveň snižuje potřebnou velikost tvářecí síly. Pro ohřev je možno použít jakýkoliv typ technologického laseru, ale nejčastěji se pro malé rozměry používá diodového výkonového laseru. [14]

### **3.4 Zavedení pružné výroby**

Dnešním trendem v automobilovém průmyslu je tzv. výroba aut na zakázku, tím se zmenšuje objem výroby linkových vozů. Aby se výrobci vyrovnali požadavkům zákazníka je nutné upravit výrobu tak, aby byla

pružnější. Tradiční výrobní technologie, které používají k výrobě hlubokotažných dílů ohraňovací lisy, jsou k tomuto účelu stále méně a méně vhodné. Jednou cestou jak splnit tyto podmínky je zavedení univerzálních výrobních zařízení, jakými jsou například stroje pro zpracování kovových plechů.

Výroba v rytmu just-in-time, který je aplikována v místě potřeby komponentů, eliminuje logistické náklady, neboť již není zapotřebí komponenty transportovat ani skladovat.

Nasazením laserů, které jsou klíčovou součástí této výrobní technologie, výrazně snižuje náklady na komponenty. To znamená že normální míra využití materiálu je cca 50% může být zvýšena až na 80% i více. [15]

### 3.5 Manipulátor

Manipulátor je robot, který slouží jako přídavné zařízení u strojů. Nejrozšířenější je převážně u plně automatizovaných linek. Manipulátor slouží jak k přenosu výrobků k tomu mohou sloužit buď kleště na uchycení, nebo pro velké tabule plechu přísavky. Dále může být na něj upevněn nástroj, např. svařovací agregát a může sloužit jako samostatný stroj.

Díky použití manipulátorů v provozu se zrychlila velkosériová výroba, manipulátory slouží k manipulaci s polotovary.

Manipulátor je stroj sloužící k manipulaci s výrobky nebo polotovary. Na manipulaci může využívat buď kleští, nebo přísavky, ty se používají pro tabule plechu. Jejich provedení je většinou 6-ti osé, ale i více, např. 7-mi osé, manipulátor se pohybuje spolu s výrobní linkou, například pomocí kolejí.

Využívají se na:

- svařování
- montáž
- manipulace
- lakování
- kontrola

Mohou být:

- mechanické
- pneumatické
- hydraulické

Použití manipulátoru vede ke zlepšení kvality výrobku, snížení zmetkovitosti a lepší pružnosti výroby. Z ekonomického hlediska vede ke zvýšení výrobní kapacity a úspory pracovního místa. [16]

## 4 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo formou rešerše popsat základní skupiny lisů používaných pro tváření kovů. V práci jsou charakterizovány jednotlivé lisy s ohledem na jejich rozdělení z hlediska konstrukčního uspořádání, energetické bilance strojů, a technologického využití. Popsány jsou základní konstrukční části pro jednotlivé skupiny lisů. Je zde uvedeno, jaký mají vliv na tvářecí technologii, výhody a nevýhody lisů. V práci jsou uvedeny a charakterizovány jak stroje jednoúčelové tak víceúčelové. S ohledem na dostupné informace od výrobců tvářecích strojů jsou zde také uvedeny maximální výkony lisů pro tváření.

V úvodu jsou uvedeni největší výrobci lisů. Podrobnější seznam výrobců spolu s jejich zaměřením je uveden v příloze č. 1. Zároveň je v úvodu uveden seznam firem využívající moderní lisy.

Trendy v oboru konstrukce a výroby lisů pro tváření kovů nejsou tak rozsáhlé jako například u technologie obrábění. Základní koncepce strojů zůstává v podstatě nezměněna a vývojové změny jsou patrné především v dosažitelných strojních časech a maximálních výkonech lisů. Samozřejmě typy nástrojů a jejich materiál se neustále mění, což však není přímo otázkou konstrukce stroje. Současné aktuální trendy v konstrukci lisů pro tváření kovů jsou stroje řízené pomocí počítače. V dnešní době se navíc preferuje předání programu pomocí wi-fi rozhraní, kdy má technik možnost kdykoliv prohlédnout program nebo ho změnit. Další významná změna je velikost strojů. V dnešní době stroj může mít menší rozměry stroje za stejných parametrů, než tomu bylo dříve.

Závěrem lze říci, že by bylo vhodné doplnit práci o ucelený popis speciálních tvářecích lisů, včetně uvedení jejich odlišností od výše uváděných strojů. Tato kapitola je však již nad rámec bakalářské práce a proto ji lze pouze doporučit jako další dílčí námět na zpracování.



## 5 SEZNAM LITERATURY:

- [1] Kováč, A., Rudolf, B. Tvárniace stroje, Bratislava, 1989, ISBN 80-05-00126-6
- [2] Novotný, K. Výrobní stroje I - tváření, Praha, 1984, 411-33472
- [3] ASM International, ASM Metals Handbook, Vol. 14: Forming and Forging, 2005, ISBN-13: 978-0871700209
- [4] Pokorný, P.: Výrobní stroje II-tvářecí stroje, Liberec, 2001, ISBN 80-7083-482-X
- [5] Píč, J., Prokeš, J.: Výrobní stroje III – tvářecí stroje, Praha, 1961, 33225
- [6] [cit. 2010-05-22]. Dostupné na WWW: <[http://www.drinnsusa.com/assets/images/products/large/product4b\\_large.jpg](http://www.drinnsusa.com/assets/images/products/large/product4b_large.jpg)>
- [7] Kotrba, M. Sestavení souboru multimediálních interaktivních schémat hydrogenerátorů [online], Brno, 2007 [cit. 2010-05-22]. Dostupné na WWW: <[http://uai.fme.vutbr.cz/szz/2007/BP\\_Kotrba.pdf](http://uai.fme.vutbr.cz/szz/2007/BP_Kotrba.pdf)>
- [8] PQS Rakovník, Regulační lamelové hydrogenerátory V3 [online] [cit. 2010-05-22]. Dostupné na WWW: <[http://www.pqs-rakovnik.cz/dokumentace/V3\\_1015-CZ.pdf](http://www.pqs-rakovnik.cz/dokumentace/V3_1015-CZ.pdf)> [22.5.2010]
- [9] Balhárek, V., Vořech, J. Radiální pístový hydromotor a hydrogenerátor [online] [2010-05-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.fs.cvut.cz/stretech/2009/pdf/1066.pdf>>
- [10] Hydrostatické mechanismy [online] [2010-05-22]. Dostupné na WWW: <[http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=3&ved=0CB0QFjAC&url=http%3A%2F%2Fstrojar2003.ic.cz%2F2strojar2003.wz.cz%2Fdata%2Ffiles%2Fsps\\_hydrostatika.ppt&rct=j&q=sps\\_hydrostatika+ppt&ei=bsb3S\\_DTL5OMOLb7iZUM&usq=AFQjCNFa2qm1eraRhpQ4ehi8Gz5tL8vzJg](http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=3&ved=0CB0QFjAC&url=http%3A%2F%2Fstrojar2003.ic.cz%2F2strojar2003.wz.cz%2Fdata%2Ffiles%2Fsps_hydrostatika.ppt&rct=j&q=sps_hydrostatika+ppt&ei=bsb3S_DTL5OMOLb7iZUM&usq=AFQjCNFa2qm1eraRhpQ4ehi8Gz5tL8vzJg)>
- [11] [cit. 2010-05-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.intech.cz/popup.php?id=63>>
- [12] [cit. 2010-05-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.strojeslovakia.sk/dealer/192/catalog/?c=7&cc=724>>
- [13] Bussines Media CZ, Technický týdeník: Energie, Praha, 07/2009
- [14] MM publishing, s. r. o., MM Průmyslové spektrum, Praha, 2007/10,
- [15] MM publishing, s. r. o., MM Průmyslové spektrum, Praha, 2010/04
- [16] MM publishing, s. r. o., MM Průmyslové spektrum, Praha, 2009/10

## **6 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 : Seznam výrobců lisů

## **Příloha č. 1 : Seznam výrobců lisů**

### **Dieffenbacher (Německo)**

- pobočka v Brně
- výroba hydraulických lisů až do 12 000 kN
- dodavatelé do automobilového průmyslu, strojírenského průmyslu a pro další průmyslová odvětví

### **Šmeral Brno a.s. (Česko)**

- výroba tvářecích strojů
- retrofitting použitých tvářecích nástrojů
- nástroje pro plošné a prostorové tváření a pro příčné klínové válcování
- výroba odlitků z ocelolitiny a tvárné litiny
- díly z oceli a litiny do hmotnosti 120 tun

### **Formetal s.r.o. (Česko)**

- výroba tvářecích strojů pro plošné tváření plechů
- poskytování poradenské služby
- garanční i pogaranční servis
- vykupování starších tvářecích strojů

### **Schuler AG (Německo)**

- dodavatel výrobních strojů pro tvářecí operace
- nástroje pro tvářecí stroje
- provádí ražbu mincí
- výroba větrných turbín

### **DK Machinery (Česko)**

- dodavatel tvářecích a obráběcích strojů
- držitel certifikátu ISO 9001

### **Cesare galdabini s.p.a (Itálie)**

- tvářecí stroje
- rovnací systémy
- testovací systémy

### **DE-STA-CO Europe GmbH (Německo)**

- Inovace starých strojů
- nástroje pro manipulátory

**Dugar & Schuster GmbH & co.KG (Německo)**

- prodej tvářecích a obráběcích strojů
- prodej náhradních dílů

**INDUMASCH Eberhard Sting GmbH (Německo)**

- výroba hydraulických lisů
- vystřihovací stroje
- svařovací agregáty

**Römheld GmbH Friedrichshütte (Německo)**

- hydraulické upínací systémy
- hydraulické válce
- montážní a manipulační technika

### **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména §60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 28.5.2010

Podpis:

### **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact, in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged source and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date: 28.5.2010

Signature: